第 12 講　地学基礎のための基礎知識
PART1 地学基礎のための数学

目標　比例の考え方を用いて，割合や速さについての等式を正しく立てることができる。

Chapter1　比例と反比例

1　比例の考え方　（小学算数・中学数学）

・**例題 1：お菓子の個数**

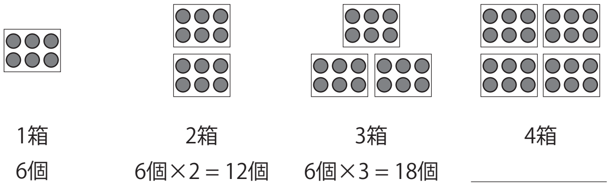
6 つのお菓子が入った箱がたくさんある。

(1)　4 箱集めたとき，お菓子は全部で何個でしょうか。

(2)　x 箱集めたとき，お菓子が全部で y 個だとします。y を x で表しましょう。

（解答）

(1)



(2)

1 箱あたり 6 個のお菓子が入っているので，(1)と同じように，

$$6 \times x = y$$

つまり，

$$y = 6x$$

と表せる。

・**例題 2：岩石の質量**

ある岩石は，1cm^3 あたり 3 g です。

(1)　この岩石の体積が 500cm^3 のとき，何 g でしょうか。

(2)　この岩石の体積が $x\ \text{cm}^3$ のとき，y g だとします。y を x で表しましょう。

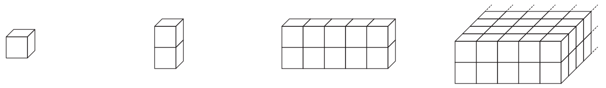
講師からのMessage

比例・割合・速さについては，小学 5 年生の算数から中学数学までで学んでいます。

しっかりと復習したい人は，そこまでさかのぼってみてください！

（解答）

(1)



1cm^3	2cm^3	10cm^3	500cm^3
3g	3g×2＝6g	3g×10＝30g	＿＿＿＿＿

(2)

1cm^3 あたり 3 g の質量なので，(1)と同じように，

$$3 \times x = y$$

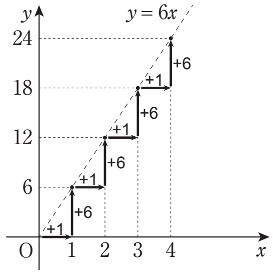
つまり，　$y = 3x$

と表せる。

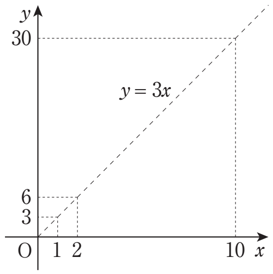
・**比例のグラフ**

例題 1 も例題 2 も，$y = ax$ の形の式になっている。この x と y の関係を**比例**という。

例題1



例題2



→例題 1 も例題 2 も，

・x が 0 のとき y が 0 となる。つまり，グラフは原点を通る。

・x が 1 増えるごとに y が一定の量 a だけ増える。つまり，グラフは（直線 / 放物線）となる。x が 1 増えるごとに y が増える量 a を，$y = ax$ の**傾き**という。

まとめ

x が 0 のとき y が 0 で，x が 1 増えるごとに y が a 増えるとき，$y = ax$ と表せる。

このとき，x と y は比例するといい，xy 平面上のグラフは原点を通る直線となる。

a を直線 $y = ax$ の傾きといい，x が 1 増えるごとに y が増える量を表す。

Chapter2　割合と速さ

2　比例と割合や速さ　（小学算数・中学数学）

・**例題3：海水の塩分**

ある海水には，1kg あたり a kg の食塩が含まれています。

⑴　この海水を x kg 集めたとき，食塩が y kg 含まれているとします。y を a と x で表しましょう。

⑵　この海水を 5kg 集めたとき，食塩が 0.15kg 含まれていました。⑴を用いて，1kg あたりの食塩の量 a kg を求めましょう。値は小数で求めて，分母を 100 とした分数でも表してみましょう。

（解答）

⑴　海水 1kg あたり a kg の食塩が含まれているので，例題1や例題2と同じようにして，

$$a \times x = y$$

つまり，

$$y = ax$$

と表せる。

⑵　$x = 5$ のとき $y = 0.15$ なので，これらを⑴の結果に代入して

$$0.15 = a \times 5$$
$$a = 0.15 \div 5$$
$$= 0.03$$
$$= \frac{3}{100}$$

と求められる。

・**割合の考え方**

例題3〔海水 x kg, 食塩 y kg〕の場合，食塩は海水の一部〔成分〕になっている。このとき，a のことを「海水に占める食塩の割合」とよぶことがある。

$$y = ax \text{ より}$$
$$a = \frac{y}{x}$$

であり, 割合 a は「全体〔x〕を 1 としたときの y の値」だといえる。割合は小数でも表せるが，分数や百分率で表すことが多い。

※百分率

例題3の結果のように割合を

$$a = \frac{n}{100}$$

の形で表せるとき, これを n% といい, この表し方を**百分率**とよぶ。

$$n = 100a$$

講師からのMessage

小数を分数に直したいときは，一番小さい位〔右端の位〕に着目してみましょう。

左の例の場合，0.03 の「3」は $\frac{1}{100}$ の位なので，0.03 は「$\frac{1}{100}$ が 3 つ」，すなわち

$$0.03 = \frac{1}{100} \times 3$$
$$= \frac{3}{100}$$

と表せます。

同じように, 0.031 であれば,「1」は $\frac{1}{1000}$ の位なので

$$0.031 = \frac{1}{1000} \times 31$$
$$= \frac{31}{1000}$$

と表せます！

講師からのMessage

言い換えると，「海水に占める食塩の割合」は，「海水 1kg あたり，食塩が何 kg か」なのです。

いきなり分数で考えるのが難しければ，割合を a とおいて，例題3のように比例の式から順番に考えれば良いんですね！

なので，百分率を求めるためには小数や分数で表した割合の値を100倍すればよい。

・**例題4：地震波の速さ**

ある地域の地表付近では，地震波のP波が1秒あたり a km進みます。

(1) x 秒間に，P波が y km進むとします。y を a と x で表しましょう。

(2) この地域で地震が発生してから15秒間に，P波が90km伝わりました。(1)の x と y に値を代入して，P波が1秒あたりに進む距離 a km を求めましょう。

(解答)

(1) 1秒あたり a km進むので，例題3と同じようにして，

$$y = ax$$

と表せる。

(2) $x = 15$ のとき $y = 90$ なので，これらを(1)の結果に代入して

$$90 = a \times 15$$
$$a = 90 \div 15$$
$$= 6$$

と求められる。

・**速さの考え方**

例題4の場合，a は「時間を1としたときに進む距離」になっている。このとき，a のことを「速さ」とよぶ。

速さは「毎秒～m」や「時速～km」のように表す。これらは，それぞれ記号を用いて「m/s」や「km/h」と表すこともある。

※例題4(2)は，「距離÷時間」によってP波の速さが6km/sと求められた，ということ。

講師からのMessage

理科の計算では，計算式に単位をつけることが望ましいです。

たとえば，例題4の(2)は，P波の速さを v とすると

90km = v × 15秒

v = 90km ÷ 15秒

= 6km/秒

となります！

復習

時間の表し方（中学英語）

時間…hour

分……minute

秒……second

です。

単位としては，最初の文字だけを用います。たとえばhourであればhだけを用い，km/hはkilometer per hourと読みます。

まとめ

Xの中にYが成分として含まれているとき，Xの量を x，Yの量を y とすると，$y = ax$ と表せる。

a は，Xの量を1としたときにYがどれだけ含まれているかを表し，「Xに占めるYの割合」とよばれる。

また，x が時間，y が距離，a を速さとすると，$y = ax$ と表せる。

速さ a は，時間を1としたときに進む距離を表す。

Chapter3　円と球

3　円と球　（小学算数・中学数学）

・円と円周率

円は，平面上で中心からの距離が一定である点を集めた図形。

→円の形は一通りしかない。

→すべての円は（合同 / 相似）である。

→直径を d，円周の長さを l とおくと，d と l は比例する。

→ $l=\pi d$ と表すと，π は直径を 1 としたときの円周の長さであり，これを**円周率**とよぶ。

・円周の長さと円の面積

円の直径は半径の 2 倍なので，円の半径を r とおくと $d=2r$ であり，

$$l=\pi\times2r$$
$$=2\pi r$$

と表せる。

また，円の面積を S とおくと，

$$S=\pi r^2$$

と表せる。

・球の性質

球は，空間内で中心からの距離が一定である点を集めた図形。

→球の形は一通りしかない。

→すべての球は（合同 / 相似）である。

・球の表面積と体積

球の表面積を S とおくと，

$$S=4\pi r^2$$

と表せる。

復習

合同と相似（中学数学）

合同……ぴったりと重ね合わせることのできる 2 つの図形の関係。「形も大きさも同じ」ということ。

相似……一方を拡大または縮小すると，もう一方と合同になる 2 つの図形の関係。「形は同じで大きさは違う」ということ。

知っておこう

次元

漫画やアニメのキャラクターを「2 次元」，身の回りの人やドラマの登場人物などを「3 次元」ということがありますね。

「長さ」は 1 次元，「面積」は 2 次元，「体積」は 3 次元の量だということを頭においておけば，r，r^2，r^3 を間違えることはなくなりますよ！

また，球の体積を V とおくと，

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

と表せる。

・**球の面積比・体積比**

球①の半径を r，球②の半径を ar とする。

このとき，球①の表面積を S_1，球②の表面積を S_2 とすると，

$$S_1 = 4\pi r^2$$

$$S_2 = 4\pi (ar)^2 = 4\pi a^2 r^2 = a^2 \cdot 4\pi r^2 = a^2 S_1$$

と表せる。つまり，半径が a 倍になると表面積は a^2 倍となる。

また，球①の体積を V_1，球②の体積を V_2 とすると，

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V_2 = \frac{4}{3}\pi (ar)^3 = \frac{4}{3}\pi a^3 r^3 = a^3 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = a^3 V_1$$

と表せる。つまり，半径が a 倍になると体積は a^3 倍となる。

どんな形であっても相似な図形であれば，長さが a 倍なら表面積は a^2 倍，体積は a^3 倍となる。

まとめ

円の半径を r とすると，

円周の長さは＿＿＿＿＿＿，円の面積は＿＿＿＿＿＿と表せる。

球の半径を r とすると，

球の表面積は＿＿＿＿＿＿，球の体積は＿＿＿＿＿＿と表せる。

相似な図形について，長さが a 倍なら

表面積は＿＿＿＿倍，体積は＿＿＿＿倍となる。

Chapter4　演習問題

□　比例や割合の考え方

地学基礎の例を用いて，比例や割合の考え方について少し練習してみましょう。

問題⑴　ハワイと日本の間は，10 年あたり 7cm 近づいているという観測結果があります。

(i)　ハワイと日本の間は，1 年あたり何 cm 近づいているでしょうか。

(ii)　ハワイと日本の間は, 18 年で何 cm 近づいているでしょうか。

問題(2)　ある花こう岩の断面に透明な方眼紙を重ねて，1cm ごとに真下の鉱物を調べました。その結果，40 点のうち 5 点の下には黒っぽい鉱物があり，ほかの 35 点の下には白っぽい鉱物がありました。このことについて説明した次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。また，[　　] にあてはまる値を求めてください。

花こう岩のどこを調べても，すべての鉱物のうち黒っぽい鉱物の占める割合が同じだと仮定する。この割合を a とする。

調べた点の個数を（ x / y ），黒っぽい鉱物があった点の個数を（ x / y ）とすると，$y = ax$ と表せる。

よって，調べた結果の値を代入して a を分数で表し，約分すると，

$$a = [\qquad]$$

である。また，これを小数で表すと，

$$a = [\qquad]$$

である。つまり，この花こう岩のすべての鉱物のうち黒っぽい鉱物の占める割合を百分率で表すと，[　　] % である。

ここがPOINT

X の中に Y が成分として含まれているとき，
X の量を x
Y の量を y
X に占める Y の割合を a
とすると，$y = ax$ と表せるんでしたね。
「X に占める Y の割合」が

$$a = \frac{y}{x}$$

であることを覚えておくと便利ですよ！

第 12 講　PART1　確認問題

問 1　ある岩石のかけらの体積は 10cm^3，質量は 32g であった。

(1)　この岩石の別のかけらを調べたところ，体積は 25cm^3 であった。このサンプルの質量として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.28g　　②　57g　　③　80g　　④　800g

(2)　この岩石 x〔cm^3〕の質量を y〔g〕とするとき，y を x で表した式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$y = 3.2x$　　②　$y = \frac{3.2}{x}$　　③　$y = 32x$　　④　$y = \frac{32}{x}$

問 2　太陽の光が地球に届くまでに 8 分 20 秒かかると言われている。光の速さを 30 万 km/s として，以下の各問いに答えなさい。

(1)　太陽から地球までの距離として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1500 万 km　②　2500 万 km　③　1 億 5 千万 km　④　2 億 5 千万 km

(2)　月と地球の距離は 38 万 km である。月から光を発したとき，地球に届くのは何秒後か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　およそ 0.8 秒後　　②　およそ 1.3 秒後
③　およそ 8 秒後　　④　およそ 13 秒後

問３　２つの球体A, Bがあり, Aの体積はBの体積の８倍である。以下の各問いに答えなさい。

⑴　A の半径は B の半径の何倍か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$\sqrt{2}$ 倍　　②　２倍　　③　$2\sqrt{2}$ 倍　　④　４倍

⑵　A の表面積は B の表面積の何倍か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　２倍　　②　４倍　　③　６倍　　④　８倍

第 12 講　地学基礎のための基礎知識

PART1　地学基礎のための数学

問題(1)　(i) 0.7 cm　(ii) 12.6 cm

問題(2)　x，y，$\frac{1}{8}$，0.125，12.5%

PART2　地学基礎のための物理

問題(1)　1000 cm^3

問題(2)　2.7 g/cm^3

問題(3)　26 N

問題(4)　1000 cm^3

問題(5)　1 kg

問題(6)　9.8 N

問題(7)　(3)で求めた重力が 26 N，(6)で求めた浮力が 9.8 N なので，重力とくらべて浮力の方が小さい。よって，この花こう岩を完全に水の中につけて手を離したとき，この花こう岩は沈むと考えられる。

PART3　地学基礎のための化学

問題(1)　H_2O（気），蒸発エンタルピー（熱を受け取る），凝縮エンタルピー（熱を放出する）

問題(2)　-50，50，放出される，温められる

PART4　地学基礎のための生物

問題(1)　水，酸素，酸素，水

問題(2)　真核生物，ミトコンドリア

第 12 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：

体積 $10cm^3$ で質量 32g であるから，$1cm^3$ あたりでは

32 ÷ 10 = 3.2

より 3.2g である。よって，体積 $25cm^3$ の質量は

3.2 × 25 = 80

より 80gだといえる。

(2)　①

解説：

$1cm^3$ あたり 3.2g なので，x cm^3 で y g だとすると，

$y = 3.2x$ と表せる。

問 2

(1)　③

解説：

30 万 km/s の速さで 8 分 20 秒= 500 秒かかるから，

300000 × 500 = 150000000 より，1 億 5 千万 km

である。

$(3 \times 10^5) \times (5 \times 10^2) = 15 \times 10^7 = 1.5 \times 10^8$

であり，10^8 = 1 億であることから 1 億 5 千万 km と考

えてもよい。

(2)　②

解説：

38 万 km を 30 万 km/s の速さで進むと，かかる時間は

38 万÷ 30 万= 38 ÷ 30 = 1.266…

より，約 1.3秒である。

問 3

(1)　②

解説：

相似な図形では, 長さが a 倍になると体積は a^3 倍になる。
A の体積は B の体積の 8 倍であるから，$8 = 2^3$ より，半径は 2 倍である。

(2)　②

解説：

相似な図形では，長さが a 倍になると面積は a^2 倍になる。
A の半径は B の半径の 2 倍であるから, 表面積は 4 倍である。